

10-  
66-

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 24 NOV 2000	
WIPO	PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

4

**Aktenzeichen:** 199 45 267.9

**Anmeldetag:** 21. September 1999

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Anbringung von flächigen Außenelek-  
troden auf einem piezokeramischen Vielschichtaktor

**IPC:** H 01 L, C 04 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 04. Oktober 2000  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Jerofsky

R. 36629

10.09.1999 - Ve/S

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Verfahren zur Anbringung von flächigen Außenelektroden  
auf einem piezokeramischen Vielschichtaktor

STAND DER TECHNIK

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Anbringung von flächigen Außenelektroden auf einem piezokeramischen Vielschichtaktor, durch die die wechselseitig nach entgegengesetzten Außenseiten hin herausgeführten Innenelektroden jeweils parallelgeschaltet werden.

Ein derartiger piezokeramischer Vielschichtaktor ist beispielsweise aus der DE 196 48 545 A1 bekannt. Er besteht aus einem gesinterten Stapel dünner Folien aus Piezokeramik, wobei zwischen den Folien angeordnete Innenelektroden wechselseitig nach zwei entgegengesetzten Seiten aus dem Stapel herausgeführt und über Außenelektroden elektrisch parallelgeschaltet sind. Diese Außenelektroden müssen flexibel ausgebildet und beispielsweise dreidimensional strukturiert sein. Sie sind über partielle Kontaktstellen mit einer Grundmetallisierung verbunden. Beim Anlegen einer elektrischen Spannung dehnt sich der stapelartig aufgebaute Vielschichtaktor aus bzw. vollführt bei Anlegen einer Wechselspannung im Takt der Wechselfrequenz Dehn- und Schrumpfbewegungen. Ein solcher Vielschichtaktor dient beispielsweise zur Erzeugung von mechanischen Schwingungen oder als Betätigungsorgan für Ventile oder Ventilglieder, beispielsweise für Kraftstoff-Injektoren. Durch die mechanische Bewegung des Vielschichtaktors ist insbesondere die Grundmetallisierung einer hohen Belastung ausgesetzt, wobei noch hinzukommt, daß

...

piezokeramisches Material von Natur aus spröde ist und nur eine geringe Zugfestigkeit besitzt. Als Folge davon wird die maximal zulässige Zugspannung oft schon beim Polarisieren überschritten, so daß unweigerlich Rißbildung, insbesondere randseitige Rißbildung, auftritt und bei schlecht haftender Grundmetallisierung deren Ablösung unterstützt.

#### VORTEILE DER ERFINDUNG

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den Merkmalen des Hauptanspruchs führt in vorteilhafter Weise zu einer sehr fest haftenden Grundmetallisierung und einer gut lötbaren Aufbaumetallisierung, wobei das Verfahren insbesondere auch für die Großserienfertigung geeignet ist.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich.

Da die Piezokeramik säureempfindlich ist, werden die Prozeßbäder und Prozeßbedingungen in vorteilhafter Weise so gewählt, daß nur Belastungen in überwiegend schwach sauren oder alkalischen Lösungen auftreten. Das besondere Beizverfahren führt zu einer sicheren Haftung der Grundmetallisierung auf dem Vielschichtaktor.

Die Aufbaumetallisierung aus Zinn oder einer Zinnlegierung mit Zusätzen aus Blei, Kupfer, Silber oder anderen Legierungskomponenten ermöglicht eine gute Haftung und ein sicheres Anlöten der Außenelektroden. Durch Löten unter Schutzgas wird die Haftung auf der Lötfläche verbessert. Der Einsatz von No-clean-Flußmitteln ermöglicht einen Verzicht auf nachfolgende Waschprozesse.

In besonders vorteilhafter Weise erfolgt das Aktivieren

...

und/oder Bekeimen an den gewünschten Flächen mittels Stempelauftrag, vorzugsweise während einer Zeitspanne von jeweils 0,5 bis 2 Minuten, was bei Raumtemperatur erfolgen kann. Die Metallisierung entsteht dadurch nur an den gewünschten Flächen, so daß eine Nachbearbeitung der übrigen Flächen entbehrlich ist.

#### ZEICHNUNG

Ein Vielschichtaktor mit über eine Metallisierung angelöteten Außenelektroden ist im Längsschnitt in der einzigen Figur dargestellt und wird im folgenden im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Anbringung der Außenmetallisierung und Außenelektroden näher beschrieben.

#### BESCHREIBUNG DES AUSFÜHRUNGSBEISPIELS

In der einzigen Figur ist ein piezokeramischer Vielschichtaktor schematisch dargestellt. Er besteht aus einem gesinterten Stapel 10 dünner Folien 11 aus Piezokeramik, z.B. aus Bleizirkonattitanat. Zwischen den einzelnen Folien 11 sind metallische Innenelektroden 12 angelagert, die z.B. aus AgPd bestehen und durch Siebdrucktechnik aufgebracht sind. Diese Innenelektroden 12 erstrecken sich wechselseitig aus dem Stapel 10 heraus bis zu dessen beiden entgegengesetzten Außenseiten. Dort sind sie jeweils über zwei Außenmetallisierungen 13, 14 miteinander verbunden bzw. parallelgeschaltet.

---

Der Abstand der Innenelektroden 12 voneinander beträgt beispielsweise 150  $\mu\text{m}$  bei einer Elektrodendicke von ca. 5  $\mu\text{m}$ . Ein solcher Vielschichtaktor besteht aus mehreren hundert Einzelelektroden bzw. Folien 11, wobei diese Zahl auch noch darüberliegen kann.

An die Außenmetallisierungen 13, 14 sind flächige, flexible, elektrisch leitende Außenelektroden 15, 16 angelötet, die zur Erzielung der erforderlichen Flexibilität als Siebe, Netze, Spiralen, Kämme, Polymere, Bronzesiebe oder dergleichen ausgebildet sein können. Dies ist im eingangs angegebenen Stand der Technik näher beschrieben.

An die Außenelektroden sind im Ausführungsbeispiel ein Anschlußdraht 17 in Querrichtung und ein Anschlußdraht 18 in Längsrichtung angelötet oder beispielsweise durch Widerstandsschweißen oder Laserschweißen angeschweißt. Anstelle von Anschlußdrähten können auch Steckkontakte angebracht werden. Dieses Anbringen kann vor oder nach dem Anlöten der Außenelektroden 15, 16 erfolgen.

Beim Anlegen einer elektrischen Spannung an die Anschlußdrähte 17, 18 dehnt sich der Stapel 10 in der Pfeilrichtung 19 aus, wobei dieser Hub beispielsweise zur Betätigung eines Ventils oder Ventilglieds, eines Kraftstoff-Injektors oder dergleichen dienen kann. Beim Anlegen einer Wechselspannung können auf diese Weise auch mechanische Schwingungen erzeugt werden.

Im folgenden wird eine Prozeßkette zur Anbringung der Außenmetallisierungen 13, 14 und Außenelektroden 15, 16 an den Stapel 10 beschrieben.

Für den Prozeß werden die einzelnen Stapel 10 oder größere Riegelanordnungen, die später durch Schneiden in einzelne Stapel zerlegt werden, bereits gesintert und mit geschliffenen oder geläppten Außenflächen in Galvanogestellen gehalten. Die Behandlung der Seitenflächen kann sich auf diejenigen Seitenflächen beschränken, an denen die Außenmetallisierungen 13, 14 angebracht werden sollen.

Für den als erstes erfolgenden Aktivierungsprozeß werden

...

die Stapel oder Riegel zunächst mit einem Neutralreiniger bei einem pH-Wert von 6 - 8 und einer Temperatur von 40 - 60° C einige Minuten lang einer Feinreinigung unterzogen. Danach erfolgt ein Beizen bzw. Aufräumen der Stapel 10 in verdünnten Lösungen von Säuren oder Säuregemischen. Dieser Vorgang erfolgt mit hoher energetischer Ultraschallunterstützung bei einer Frequenz von über 40 kHz und einer Temperatur von 20 - 30° C für einige Sekunden. Anschließend erfolgt die eigentliche Aktivierung in einer verdünnten Lösung von Zinn(II)-Salzen, z.B.  $\text{Sn}(\text{BF}_4)_2$ , im schwach sauren pH-Bereich und einer Temperatur von z.B. 30 - 40° C für einige Minuten. Dabei setzen sich Zinnkolloide an den Außenflächen ab. Schließlich erfolgt eine Bekeimung in einer verdünnten Lösung von Palladiumchlorid in Anwesenheit von Halogenidionen, z.B.  $\text{PdCl}_2 + \text{NaCl}$ , bei einem pH-Wert von 3 - 4 und einer Temperatur von z.B. 20 - 30° C für einige Minuten. Anstelle von Palladium können auch andere Metalle der Platingruppe verwendet werden. Die Aktivierung kann auch durch Auftrag von organischen Substanzen erreicht werden. Zwischen jedem dieser Behandlungsschritte bei der Aktivierung wird mit voll entsalztem Wasser gespült.

Als zweiter Behandlungsschritt wird eine Grundmetallisierung aus Nickel, Kupfer oder einer Nickel-Kupfer-Legierung abgeschieden bzw. aufgebracht. Dieser Behandlungsschritt erfolgt in einer alkalischen Lösung, wobei das Abscheiden stromlos bzw. außenstromlos erfolgt. Dies kann mittels dreier Verfahrensvarianten erfolgen:

- 
- a) Nickel wird aus einer Nickelsalz-Lösung, z.B.  $\text{NiSO}_4$ , mit Phosphinaten, z.B.  $\text{NaH}_2\text{PO}_2$ , als Reduktionsmittel bei einem pH-Wert von 8 - 9 und einer erhöhten Temperatur von z.B. 70 - 95° C während einer Zeitspanne von 10 - 20 Minuten abgeschieden.



- b) Nickel und Kupfer wird aus einer Nickelsalz-Lösung, z.B.  $\text{NiSO}_4$ , und einer Kupfersalz-Lösung, z.B.  $\text{CuSO}_4$ , mit Phosphinaten, z.B.  $\text{NaH}_2\text{PO}_2$ , als Reduktionsmittel und einer Hydroxycarbonsäure als Komplexbildner abgeschieden. Dies erfolgt bei einem pH-Wert von 9 - 10 und einer erhöhten Temperatur von z.B.  $80^\circ \text{C}$  während einer Zeitspanne von 10 - 30 Minuten.
- c) Kupfer wird aus einer Kupfersalz-Lösung, z.B.  $\text{CuSO}_4$ , mit Formaldehyd ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) als Reduktionsmittel und einer Polyaminopolycarbonsäure als Komplexbildner bei einem pH-Wert von 9 - 10 und einer erhöhten Temperatur von z.B.  $80^\circ \text{C}$  während einer Zeitspanne von 10 - 20 Minuten abgeschieden.

Nach der stromlosen Abscheidung, also der Aufbringung der Grundmetallisierung, wird mit voll entsalztem Wasser gespült und sofort eine galvanische Aufbaumetallisierung mit Zinn oder einer Zinn-Legierung durchgeführt. Wenn eine galvanische Aufbaumetallisierung direkt im Anschluß an die Grundmetallisierung nicht möglich ist, kann die Prozeßkette durch Aufbringen einer ca.  $0,1 \mu\text{m}$  dicken Goldschicht kurzzeitig unterbrochen werden. Hierzu wird ein außenstromlos beschichtendes Goldbad bei einem neutralen bis schwach sauren pH-Wert und erhöhter Temperatur eingesetzt.

Auf Grund der Säureempfindlichkeit der eingesetzten Piezokeramik wird zur galvanischen Abscheidung einer Zinn-Legierung als Lotschicht eine Lösung verwendet, wie sie beispielsweise auch speziell für bleihaltige Gläser und Keramiken verwendet wird. Auf Grund der starken Temperaturbelastung der Vielschichtaktoren im späteren Einsatz, beispielsweise bei Kraftfahrzeugen, muß eine Beständigkeit des Lotes bis  $230^\circ \text{C}$  gewährleistet sein, so daß für die Beschichtung der Stapel 10 die Lösung beispielsweise so eingestellt wird, daß z.B. ein Lot mit der Zusammensetzung  $\text{Sn}_{98,5}\text{Pb}_{1,5}$  erhalten wird. Hierzu wird die Zinn-

...

Legierung an den Stapeln 10 oder Riegeln mittels einer Polyaminopolycarbonsäure als Komplexbildner bei schwach saurem pH-Wert und einer Temperatur von z.B. 20 - 40° C als Schicht abgeschieden. Mit einer Stromdichte von 1 - 2 A/dm<sup>2</sup> werden in 15 min lötbare Schichtdicken erreicht. Anstelle einer Zinn-Blei-Legierung können auch andere Zinnlegierungen mit Kupfer, Bismut oder Silber verwendet werden. Anschließend erfolgt eine Spülung mit voll entsalztem Wasser und eine Trocknung der Stapel im ölfreien Stickstoff-Gasstrom. Als alternativer oder zusätzlicher Trockenschritt können die Stapel in einem Umluftofen bei 100 - 200° C während einer Zeitdauer von 30 - 60 Minuten temperiert werden.

Schließlich erfolgt noch als vierter Schritt das Anlöten der Außenelektroden 15, 16 an die so gebildeten Außenmetallisierungen 13, 14. Zunächst werden die Stapel 10 bzw. Riegel durch Auftragen eines sogenannten No-clean-Flußmittels präpariert, bei dem ein anschließendes Abwaschen entbehrlich ist. Hierzu eignet sich beispielsweise eine 2%ige Adipinsäure in Ethanol. Die Zuführung der vorbeloteten Außenelektroden 15, 16 erfolgt über Positionierhilfen, und sie werden dann flächig, beispielsweise mittels Tellerfedern, mit einem Druck von beispielsweise 1 N/mm<sup>2</sup> angepreßt. Das eigentliche Löten erfolgt unter Schutzgas (z.B. Stickstoff) mit einem Restsauerstoffgehalt < 10 ppm in einem Reflow-Durchlaufofen. Das Temperaturprofil im Ofen beträgt 250 - 400° C, und die Teile werden mit einer Vorschubgeschwindigkeit von 300 - 600 mm/min

---

hindurchgeführt, um eine schonende, gleichmäßige Erwärmung der Stapel 10 auf 250° C in 5 - 15 Minuten zu erreichen. Alternativ hierzu kann das Anlöten auch in einer Dampfphasenlötanlage bei beispielsweise 260° C erfolgen.

Die einzelnen Stapel 10 bzw. Piezo-Aktoren weisen empfindliche Bereiche, wie Fasen und Seitenflächen, auf, die

...

durch die beschriebene chemische Aktivierung und Bekeimung in Tauchbädern ebenfalls wie die gewünschten Kontaktierungsseiten mit einer chemisch reduktiven Metallschicht (z.B. Nickel) grundmetallisiert werden. Für den weiteren Einsatz müssen daher diese Fasen und Seitenflächen wieder gereinigt werden, z.B. durch Schleifen. Dabei erfolgt häufig eine Zerstörung des Vielschichtaktors, insbesondere durch Kurzschlußbildung.

In Abwandlung des beschriebenen Verfahrens kann daher zur Aktivierung das im folgenden beschriebene Verfahren eingesetzt werden, das eine lokale bzw. selektive Aktivierung und Bekeimung durch Stempeldrucktechnik ermöglicht. Nach dem Aufrauen bzw. Beizen wird die Aktivierung mit Zinn(II)tetrafluorborat mittels eines Stempelauftrags bzw. Stempeldrucks für ca. 1 Minute bei Raumtemperatur durchgeführt. Die Aktivierung erfolgt daher nur in den Bereichen, die entsprechend der Stempelform bedeckt wurden. Auch die anschließende Bekeimung kann dann über Stempeldruck während ca. 1 Minute bei Raumtemperatur erfolgen, so daß die dünne Nickelschicht nur entsprechend der Stempelform in gewünschter Weise gebildet wird, während die übrigen Flächen frei bleiben. Dies trifft auch für die nachfolgende Aufbaumetallisierung zu.

...

R. 36629

10.09.1999 - Ve/S

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Verfahren zur Anbringung von flächigen Außenelektroden  
auf einem piezokeramischen Vielschichtaktor

Ansprüche

1. Verfahren zur Anbringung von flächigen Außenelektroden (15, 16) auf einem piezokeramischen Vielschichtaktor (10), durch die die wechselseitig nach entgegengesetzten Außenseiten hin herausgeführten Innenelektroden (12) jeweils parallelgeschaltet werden, gekennzeichnet durch die Behandlung wenigstens der mit den Außenelektroden (15, 16) zu versehenen Außenflächen durch folgende Verfahrensschritte:

- a) Feinreinigen mit einem Neutralreinigungsmittel
- b) Beizen in einer verdünnten Säurelösung
- c) Aktivieren in einer verdünnten Lösung eines Aktivierungsmittels
- d) Bekeimen in einer verdünnten Lösung von Palladiumchlorid mit einem Zusatz an Halogenidionen oder eines anderen Halogenids eines Platingruppenmetalls mit Palladium oder einem anderen Platingruppenmetall,
- e) stromloses Abscheiden von Nickel und/oder Kupfer mittels eines Reduktionsmittels in einer entsprechenden Nickel- und/oder Kupfersalzlösung,
- f) galvanisches Abscheiden von Zinn oder einer Zinnlegierung in einer entsprechenden Lösung,
- g) Trocknen und/oder Temperieren
- h) flächiges Andrücken der vorbeloteten flexiblen Außenelektroden (15, 16) und
- i) Anlöten der Außenelektroden (15, 16) unter Schutzgas:

...

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Feinreinigen mit einem einen pH-Wert von 6 - 8 aufweisenden Neutralreiniger bei einer Temperatur von vorzugsweise 40 - 60° C erfolgt.
  3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Beizen in einer verdünnten Lösung von Salpetersäure mit Säurezusätzen erfolgt.
  4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Beizen mit Ultraschallunterstützung, insbesondere mit einer Frequenz über 40 kHz und bei einer Temperatur von 20 - 30° C erfolgt.
  5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Aktivieren in einer verdünnten Lösung von Zinn(II)tetrafluoroborat ( $\text{Sn}(\text{BF}_4)_2$ ) oder Zinnchlorid ( $\text{SnCl}_2$ ) erfolgt.
  6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Aktivieren bei schwach saurem pH-Wert und/oder einer Temperatur von 30 - 40° C erfolgt.
  7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Bekeimen in einer verdünnten Lösung von Palladiumchlorid mit einem Zusatz an Halogenidionen bei einem pH-Wert von 3 - 4 erfolgt, insbesondere bei einer Temperatur von 20 - 30° C.
- 
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß beim stromlosen Abscheiden Nickel aus einer Nickelsalz-Lösung (z.B.  $\text{NiSO}_4$ ) mit Phosphinaten (z.B.  $\text{NaH}_2\text{PO}_2$ ) als Reduktionsmittel abgeschieden wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Abscheiden bei einem pH-Wert von 8 - 9 und/oder bei einer Temperatur von 70 - 95° C erfolgt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß beim stromlosen Abscheiden Nickel und Kupfer aus einer Nickelsalz-Lösung (z.B.  $\text{NiSO}_4$ ) und einer Kupfersalz-Lösung (z.B.  $\text{CuSO}_4$ ) mit Phosphinaten (z.B.  $\text{NaH}_2\text{PO}_2$ ), als Reduktionsmittel und einer Hydroxycarbonsäure als Komplexbildner abgeschieden wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß beim stromlosen Abscheiden Kupfer aus einer Kupfersalz-Lösung (z.B.  $\text{CuSO}_4$ ) mit Formaldehyd ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) als Reduktionsmittel und einer Polyaminopolycarbonsäure als Komplexbildner abgeschieden wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Abscheiden bei einem pH-Wert von 9 - 10 und/oder einer Temperatur von über 60° C erfolgt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Abscheiden während einer Zeitspanne von 10 - 20 Minuten durchgeführt wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß beim galvanischen Abscheiden von Zinn oder Zinn-Legierungen organische Zusätze, insbesondere Polyaminopolycarbonsäure, als Komplexbildner eingesetzt werden.

---

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Abscheiden bei einem schwach sauren pH-Wert und/oder einer Temperatur von 20 - 40° C erfolgt.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekenn-

...

zeichnet, daß das Abscheiden bei einem Strom von  $1 - 2 \text{ A/dm}^2$  während 5 - 30 Minuten durchgeführt wird.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Trocknen im ölfreien Stickstoff-Gasstrom erfolgt.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Temperieren in einem Umluftofen bei  $100 - 200^\circ \text{ C}$  während 30 - 60 Minuten erfolgt.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Andrücken der Außenelektroden (15, 16) ein anschließendes Abwaschen nicht erforderndes Flußmittel (No-clean-Flußmittel) auf die entsprechenden Außenflächen des Vielschichtaktors (10) aufgetragen wird, insbesondere eine 2%ige Adipinsäure in Ethanol.

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenelektroden (15, 16) zum Anlöten flächig mit einem Druck von  $1 - 5 \text{ N/mm}^2$  auf die Aufbaumetallisierung aufgepreßt werden.

21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Anlöten der Außenelektroden (13, 14) in einem Durchlaufofen bei einer Temperatur von  $250 - 400^\circ \text{ C}$  erfolgt, insbesondere bei einem Vorschub von  $300 - 600 \text{ mm/min}$ .

---

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Anlöten der Außenelektroden (13, 14) in einer Dampfphasenlötanlage bei einer Temperatur von  $250 - 290^\circ \text{ C}$  durchgeführt wird.

...

23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Aktivieren und/oder Bekeimen an den gewünschten Flächen mittels Stempelauftrag erfolgt.

24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Aktivieren und/oder Bekeimen durch Stempeldruck während einer Zeitspanne von jeweils 0,5 - 2 Minuten erfolgt, insbesondere bei Raumtemperatur.



R. 36629

10.09.1999 - Ve/S

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 StuttgartVerfahren zur Anbringung von flächigen Außenelektroden  
auf einem piezokeramischen VielschichtaktorZusammenfassung

Es wird ein Verfahren zur Anbringung von flächigen Außenelektroden (15, 16) auf einem piezokeramischen Vielschichtaktor vorgeschlagen, wobei durch die Außenelektroden (15, 16) die wechselseitig nach entgegengesetzten Außenseiten hin herausgeführten Innenelektroden (12) jeweils parallelgeschaltet werden. Die mit den Außenelektroden (15, 16) zu versehenden Außenflächen werden durch folgende Verfahrensschritte behandelt:

- a) Feinreinigen mit einem Neutralreinigungsmittel
  - b) Beizen in einer verdünnten Säurelösung
  - c) Aktivieren in einer verdünnten Lösung eines Aktivierungsmittels
  - d) Bekeimen in einer verdünnten Lösung von Palladiumchlorid mit einem Zusatz an Halogenidionen oder eines anderen Halogenids eines Platingruppenmetalls mit Palladium oder einem anderen Platingruppenmetall,
  - e) stromloses Abscheiden von Nickel und/oder Kupfer mittels eines Reduktionsmittels in einer entsprechenden Nickel- und/oder Kupfersalzlösung,
  - f) galvanisches Abscheiden von Zinn oder einer Zinnlegierung in einer entsprechenden Lösung,
  - g) Trocknen und/oder Temperieren
  - h) flächiges Andrücken der vorbeloteten flexiblen Außenelektroden (15, 16) und
  - i) Anlöten der Außenelektroden (15, 16) unter Schutzgas.
- Durch dieses Verfahren wird eine sehr fest haftende Grundmetallisierung und eine gut lötbare Aufbaumetallisierung erzielt, wobei sich das Verfahren für die Massenfertigung eignet.

1 / 1

